

12^o Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

MAYO 10 AL 13 DE 2023 - Barranquilla, Colombia
Centro de Convenciones Blue Gardens

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Cortesía: Diego Jaramillo

Organizan:



Nota legal:

- Las informaciones y conceptos expresados en esta conferencia tienen el propósito de divulgar e informar de manera general sobre los temas relacionados con el concreto, NO son asesoría para una obra en particular.
- PROCEMCO NO es ni pretende ser asesor de proyectos específicos. Cualquier duda con relación a una obra determinada debe ser consultada por el interesado con los respectivos diseñadores e interventores de la misma.
- El uso que se haga de la información y conceptos aquí expresados no implica responsabilidad alguna para PROCEMCO ni para el conferencista; debe ser utilizada por personas idóneas bajo su responsabilidad y criterio.
- Esta información no sustituye las funciones y obligaciones de las personas contractualmente responsables de la concepción, ejecución y vigilancia de los respectivos proyectos.
- PROCEMCO no asume ningún tipo de responsabilidad por la información que divulguen los patrocinadores y por tanto cualquier reclamación relacionada con la calidad, idoneidad y seguridad de los bienes y servicios ofrecidos deben ser atendidos por cada anunciante.

12^o Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

MAYO 10 AL 13 DE 2023 - Barranquilla, Colombia
Centro de Convenciones Blue Gardens

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Organizan:



Pavimentos de Concreto, hoy más competitivos desde los costos iniciales

Carlos Mario Gómez Gómez
Cementos Argos
Colombia





Nota aclaratoria de responsabilidad: Las observaciones contenidas en este documento son de carácter informativo y deben ser aplicadas y/o evaluadas por el constructor o usuario solamente en caso de considerarlas pertinentes. Por lo tanto, estas observaciones no comprometen a Argos, a sus filiales o a sus subordinados.



EL TIEMPO NOS DA LA RAZÓN!



1928

PLAZA DE BERRIO
MEDELLIN



1932



PARQUE DE ARMENIA



1932

**PLAZA DE SAN VICTORINO
BOGOTA**



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

1934

CEMENTO

PAVIMENTOS

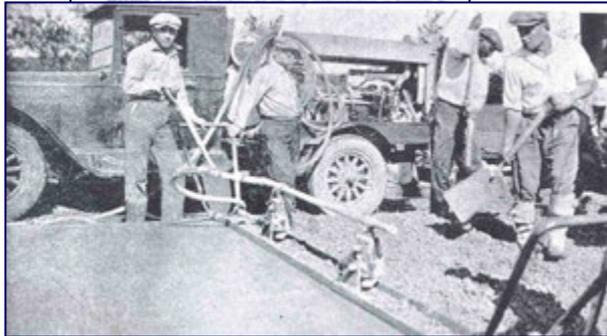


Publicación que se encuentra editada en la Oficina Central, Medellín

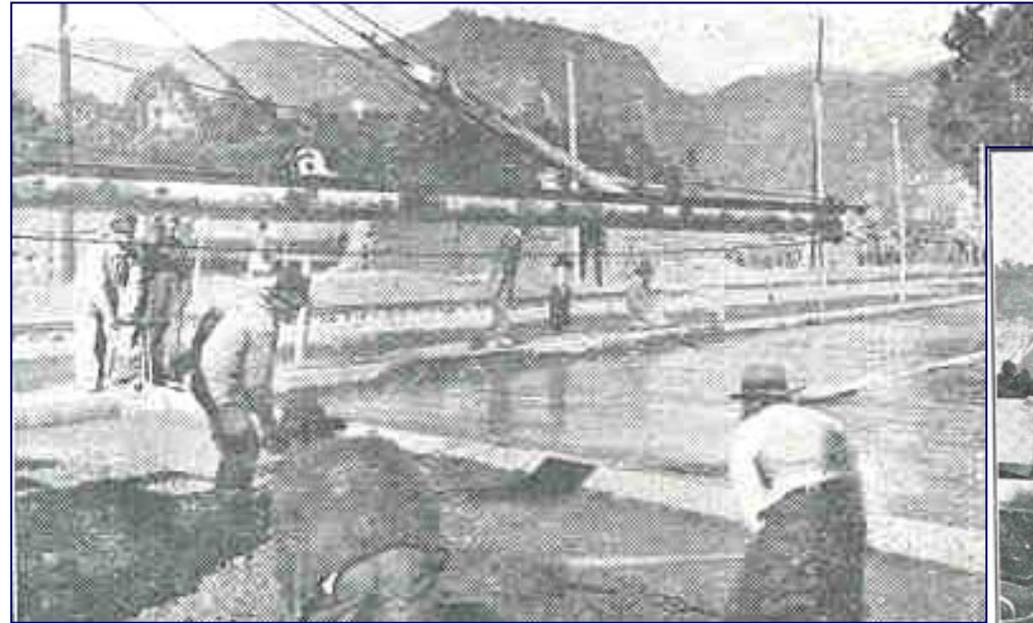
COMPANIA CONSTRUCTORA DE OBRAS DE CEMENTO, S. A.

Oficina: Carrera 9ª, edificio 13-21, tercer piso.
Teléfono "CONCRETO" - Edificio 16-01
Planta de Mezcla: Calle 13 No. 17-16 - Edificio 14-11

SERVO CONSTRUCTOR. Para su servicio tenemos una PLANTA CENTRAL DE MEZCLA, que le resuelve sus problemas de suministro de concreto. Podemos suministrar cualquier cantidad y con las especificaciones que usted exija, en el lugar de momento. Asimismo podemos proporcionar el transporte que pertenece a la obra.

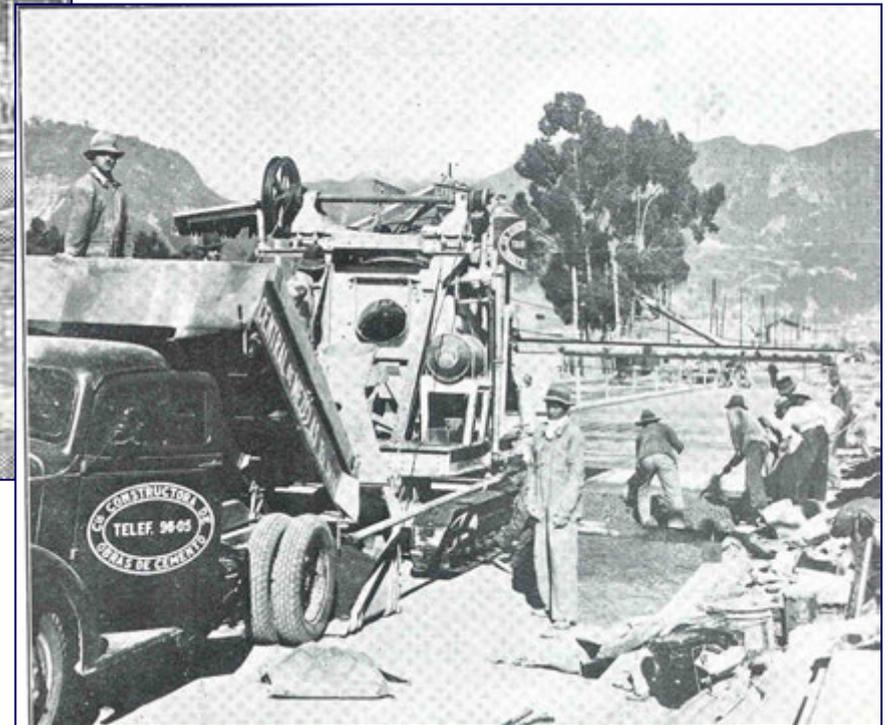


VIA CERVANTES MANIZALES



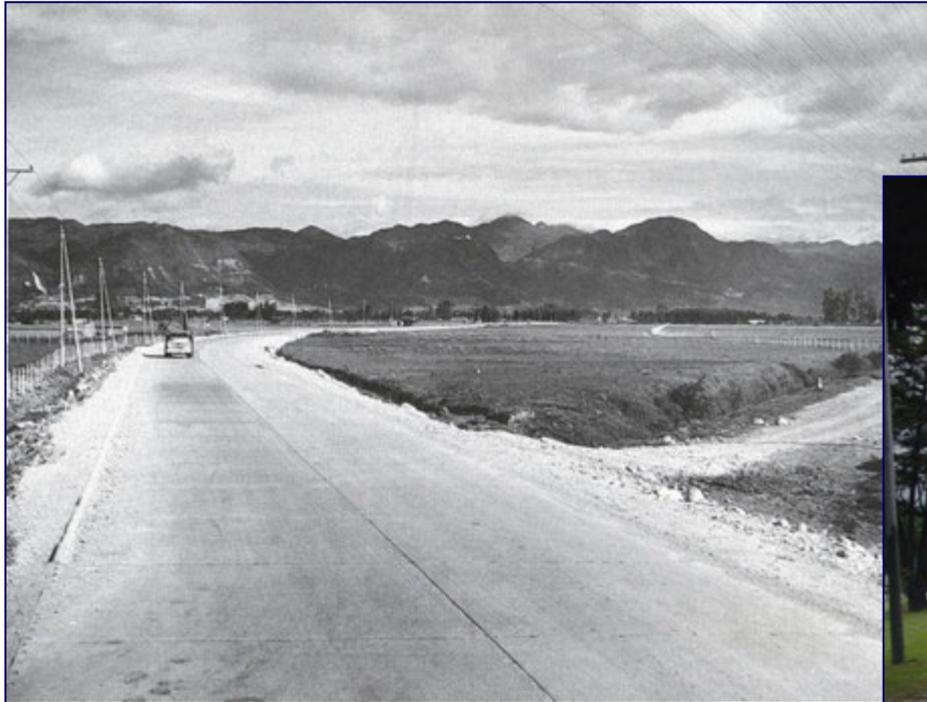
**AVENIDA CENTENARIO
BOGOTA**

1937





LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



**AVENIDA EL DORADO
BOGOTA**

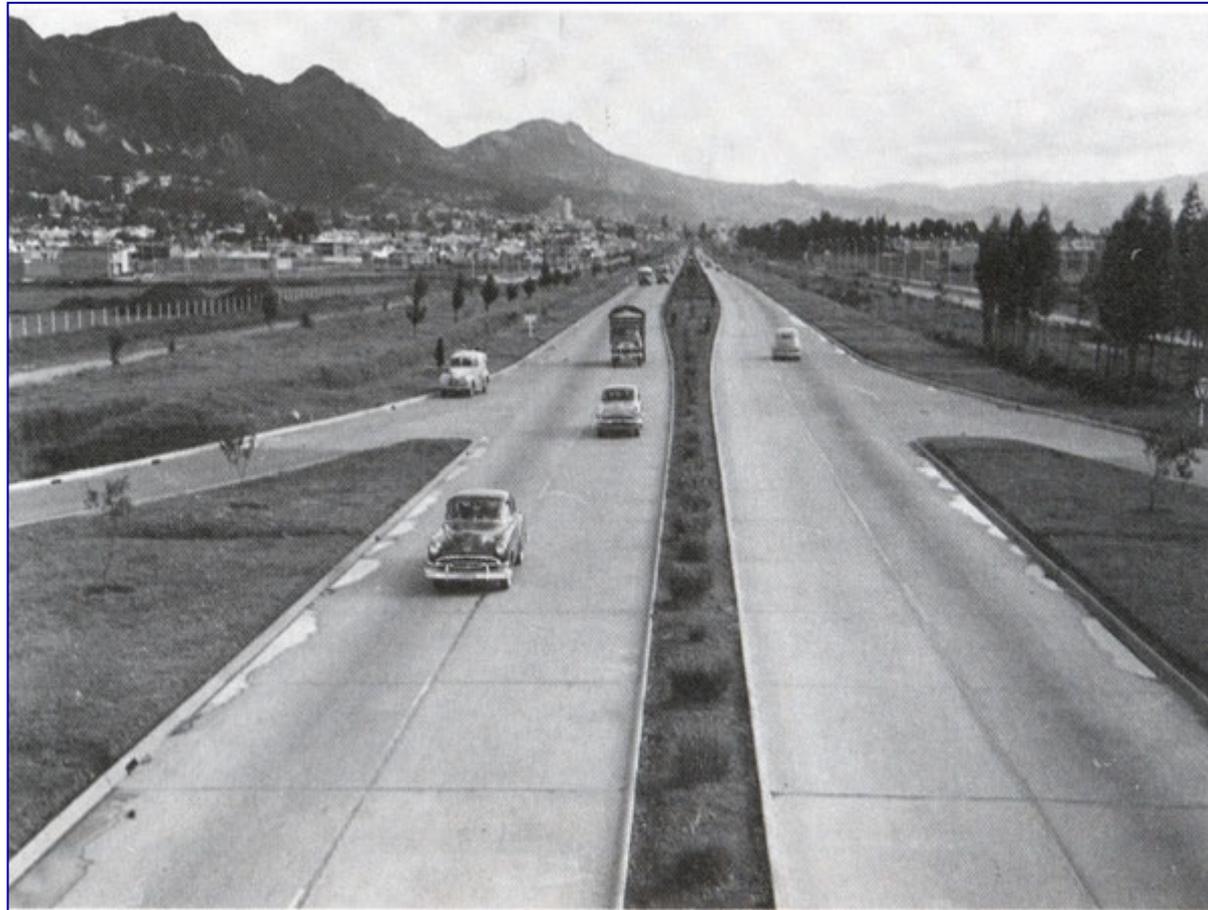
1954





1954

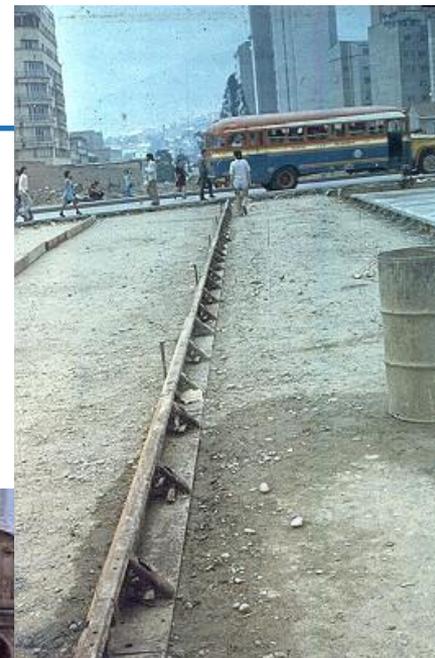
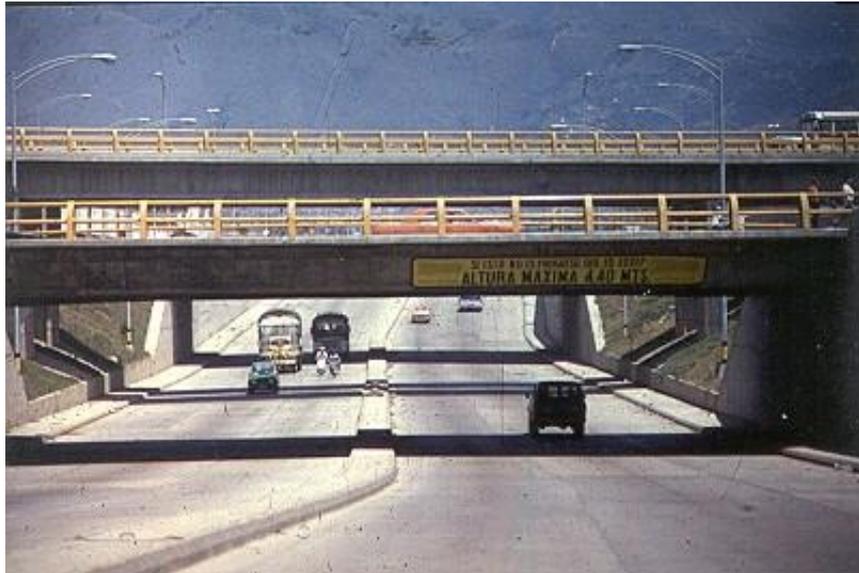
**AUTOPISTA NORTE
BOGOTA**





LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Las vías más importantes de las ciudades grandes del país se pavimentan con concreto





Cultura formada hacia el Asfalto

- 1960 – 1990:
Pavimentación de vías en asfalto, muy poco uso de concreto.
- Participación pavimentos de concreto en la Red Nacional de Carreteras:
 - 2008: 1%
 - 2012: 4%



Foto: Autopista Norte, Bogotá
Década de 1950.



Foto: Avenida Regional, Medellín,
Década de 1960.
Fuente: Biblioteca Pública Piloto,
Medellín.



1980 – 1990

Agotamiento de los
pavimentos de concreto
por el uso e incremento
de las cargas





En las últimas dos décadas, el pavimento de concreto ha ido ganando mayor aceptación mundial, principalmente en vías con altas exigencias de tránsito, en las que se necesita una alta confiabilidad en el desempeño de la estructura.



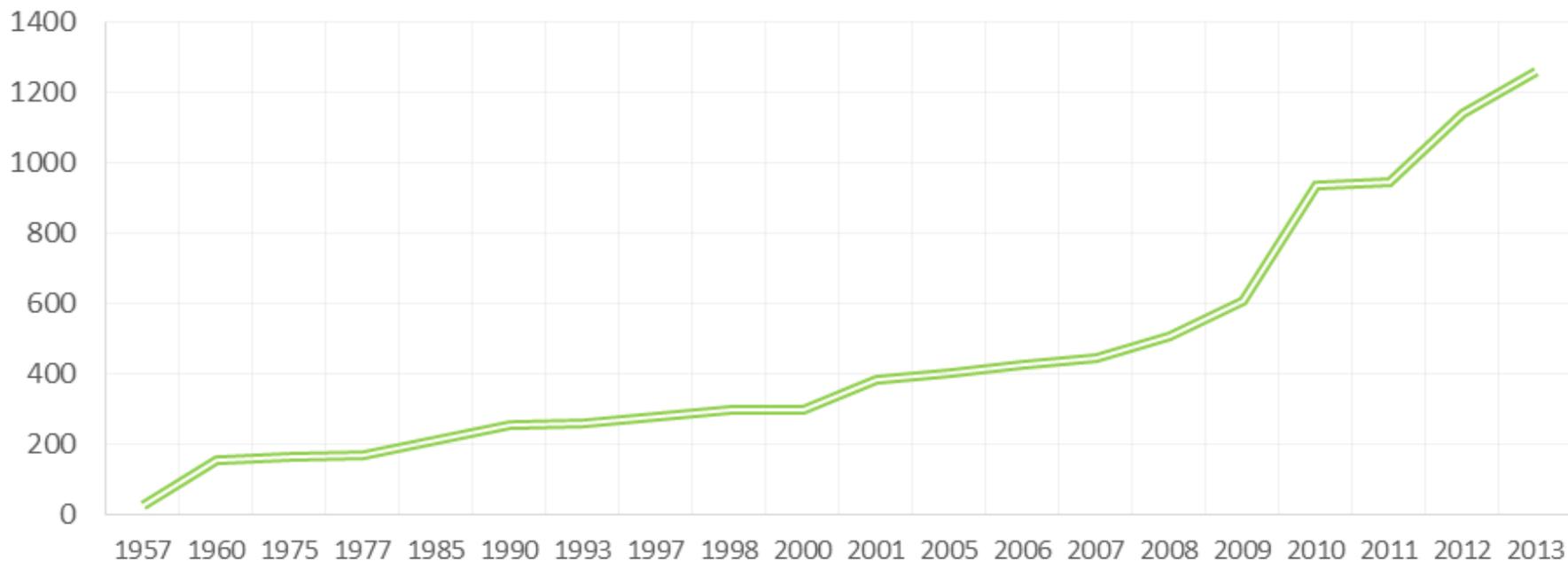
Vías para la competitividad

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





PENETRACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO EN COLOMBIA





La competitividad se debe definir a partir de LCCA (Análisis del Costo de Ciclo de Vida)

“Los principios económicos nos dicen que si deseamos minimizar el costo de un bien durable que requerirá reparación, mantenimiento y reemplazo en el tiempo, debemos minimizar el valor presente de esos costos y no minimizar los costos iniciales. Si se adopta una estrategia miope para aceptar el menor precio inicial a pesar del mayor valor presente, los compradores saldrán perdiendo.”

Dr. William Holahan
Jefe y Profesor
Department of Economics
University of Wisconsin – Milwaukee
(Holahan 2007)

https://wikipave.org/index.php/EB011_-_Life-Cycle_Cost_Analysis

The image shows the cover of a report titled "Life-Cycle Cost Analysis: A Tool for Better Pavement Investment and Engineering Decisions". The cover features two photographs: one of a road with cars and another of a highway interchange. The ACPA logo is visible in the bottom right corner.

Life-Cycle Cost Analysis:
A Tool for Better Pavement
Investment and Engineering
Decisions

ACPA
AMERICAN CONCRETE
PAVEMENT ASSOCIATION

EB011



Variables del análisis

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

1. Periodo de análisis
2. Selección Tasa de Descuento
3. Estimación del costo inicial
4. Estimación de los costos futuros
5. Comparación de las Alternativas (3+4)



Espesores equivalentes!

5 años Vs. 40 años

- Periodo de diseño
- Tránsito de diseño
- Capacidad de soporte

2 cm = 35 años

17,5 cm

CBR 23%
5 años

18 cm

CBR 23%
10 años

18,5 cm

CBR 23%
20 años

19,5 cm

CBR 23%
40 años

CBR 23% = K 80MPa/m

MR 4,5 MPa

B+D

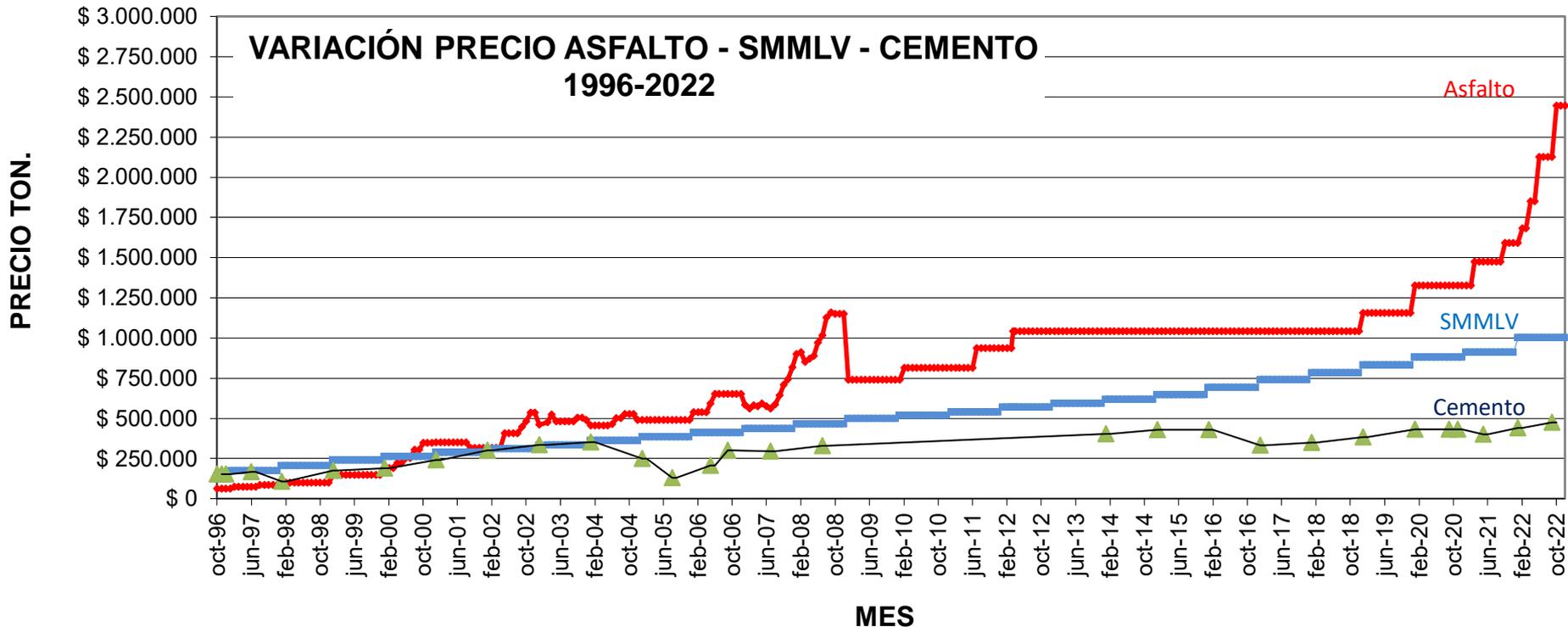
FSC 1.2



Criterios equivalentes!

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

- Costos directos de construcción





Costos de Mantenimiento (1 a 8)

Pavimento de Concreto:

- Sello de Juntas
- Sello de fisuras
- Reemplazo de losas
- Reparaciones de espesor parcial

Pavimento de Flexible

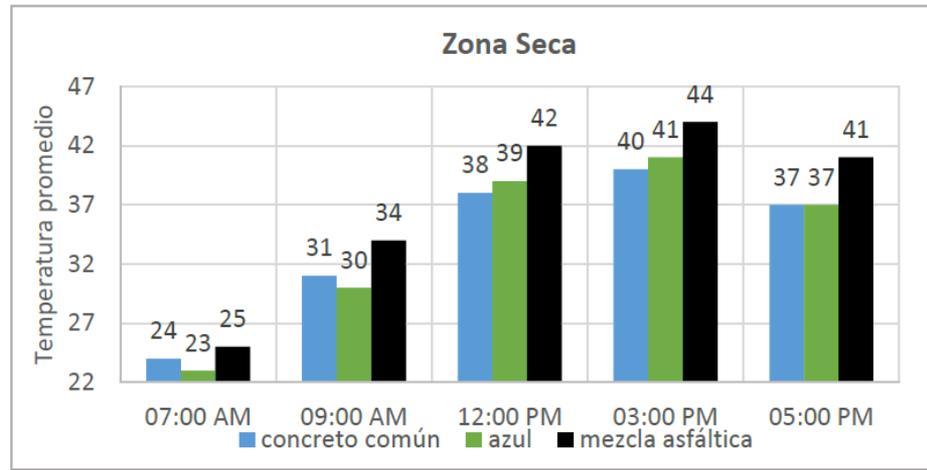
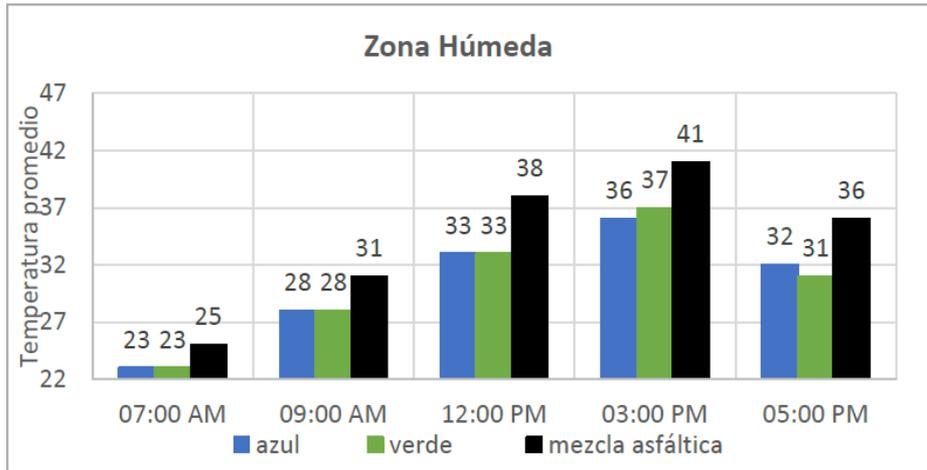
- Sello de fisuras
- Bacheo
- Parcheo
- Sobrecarpeta
- Remoción y restitución de rodadura
- Pintura
- Otros



Criterios equivalentes!

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

- Costos de operación



Fuente: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/download/429/425>



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

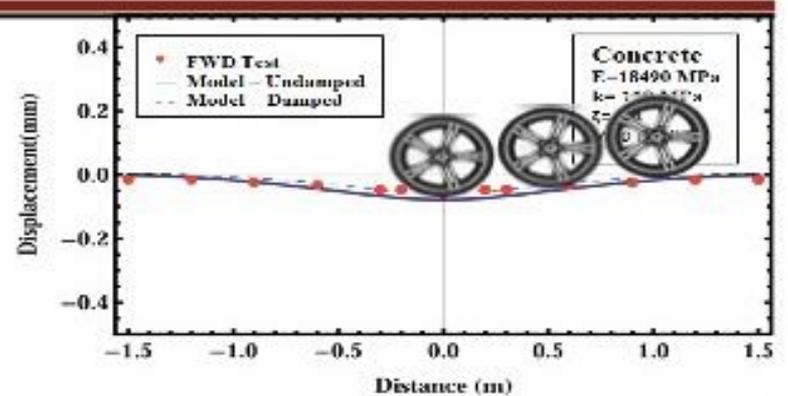
La deflexión tiene un impacto mayor en el consumo de combustible, sobretodo en cargas altas. Economía de combustible entre 3,5% y 17%, dependiendo de la magnitud de la carga y de la estructura del pavimento.

PVI

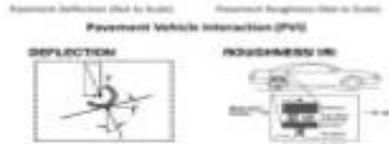
Pavement Vehicle Interaction



- Pavement texture
- Roughness
- Deflection



Fuente: MIT

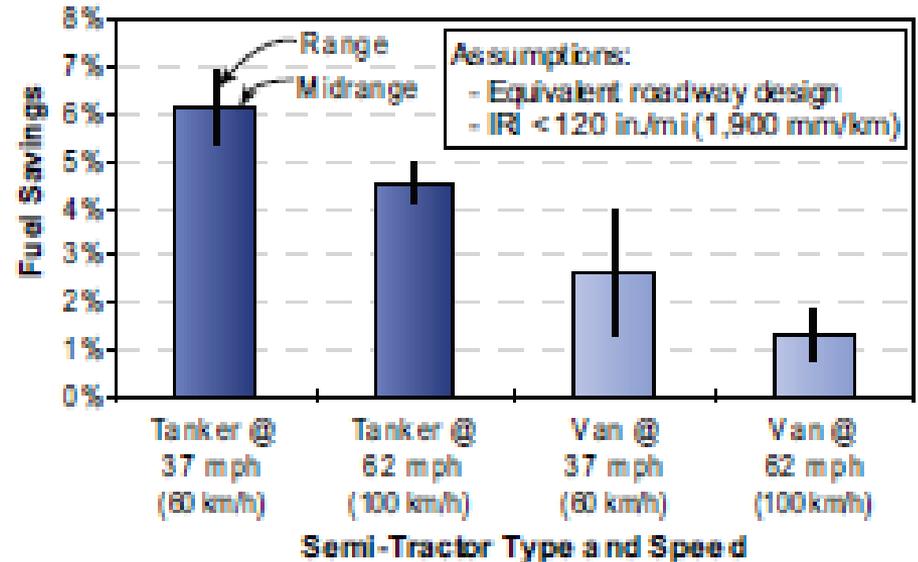
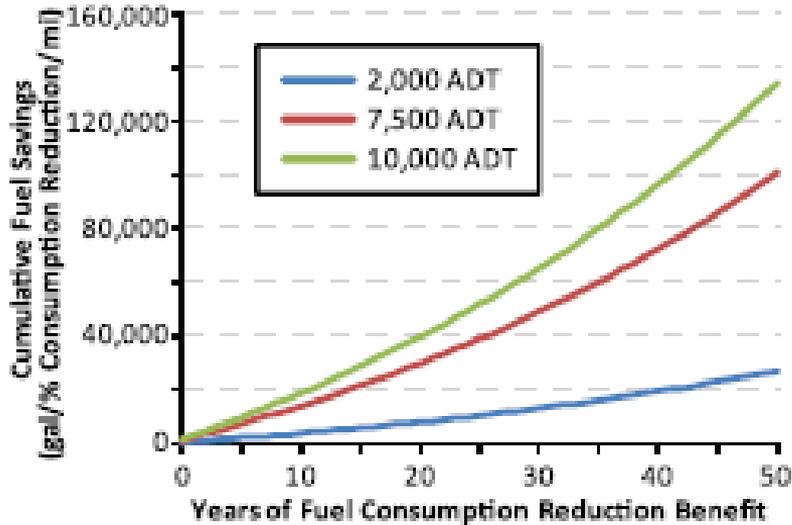




Criteria equivalentes!

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

- Impacto al usuario





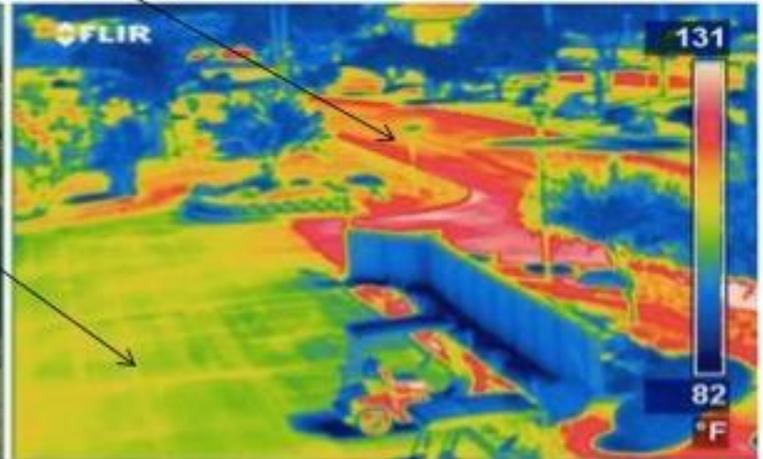
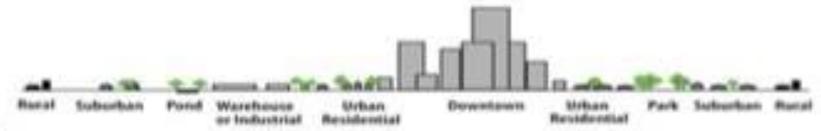
LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

El Pavimento de concreto ayuda a reducir el calentamiento urbano

- ✓ Mayor reflejo de la luz (+ Albedo)
- ✓ Menor temperatura de la losa de concreto. Hasta 12°C por debajo de una superficie oscura.

Mayor reflejo
Temperaturas + bajas

Mayor absorción
Temperaturas + altas





Además se debe considerar...

- Menores costos por iluminación (hasta 30% menos luminarias)
- Menor explotación de fuentes de materiales (Construcción + Mantenimiento)
- Menor acarreo de materiales
- Reducción de sanciones por accidentalidad o intervenciones viales
- **Reducción del impacto ambiental**

[https://intrans.iastate.edu/app/uploads/2018/03/Sustainable Concrete Pavement 508.pdf](https://intrans.iastate.edu/app/uploads/2018/03/Sustainable_Concrete_Pavement_508.pdf)

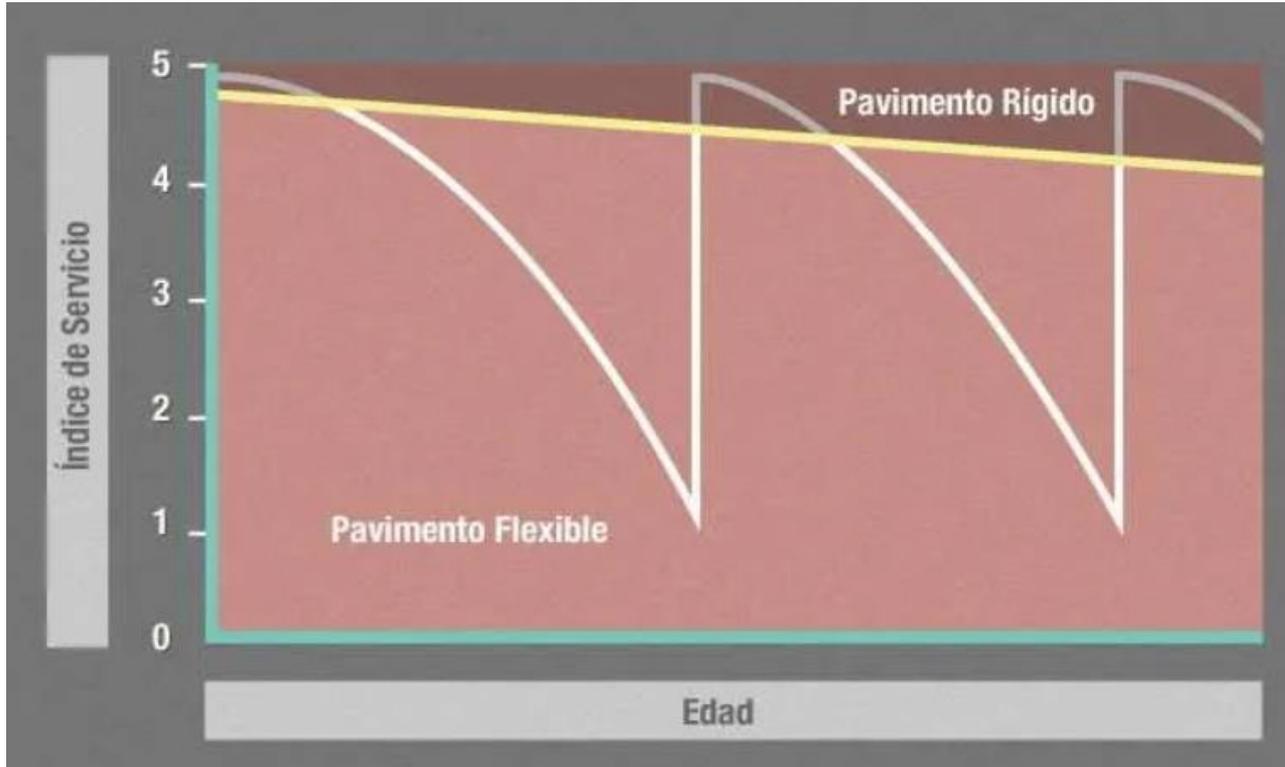
<http://www.athenasmi.org/our-software-data/pavement-lca/>





Ciclo de vida

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Los materiales **no**
fallan, los
materiales **se**
comportan



DOT Louisiana - 2004

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

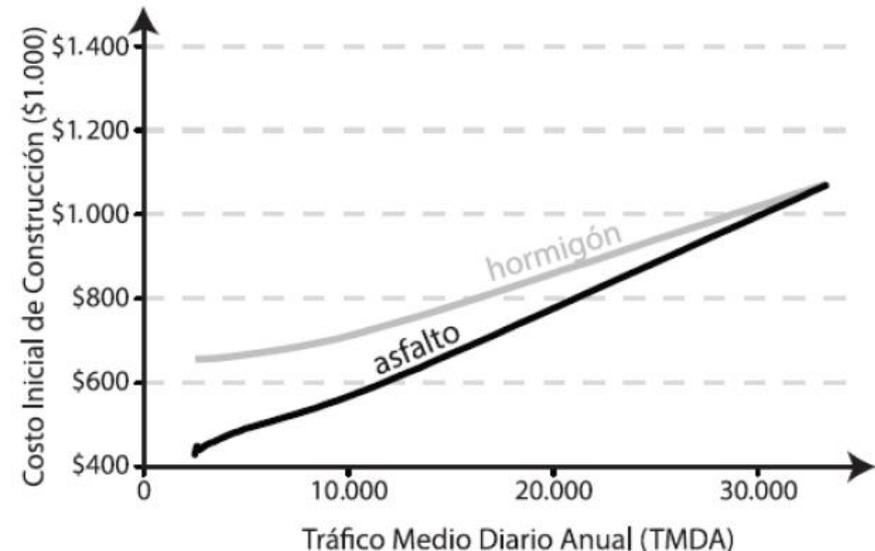


Figura 1-2. Tendencia general de los costos iniciales de construcción de pavimentos de hormigón y de asfalto según el Departamento de Transporte de Louisiana (Temple et al. 2004).

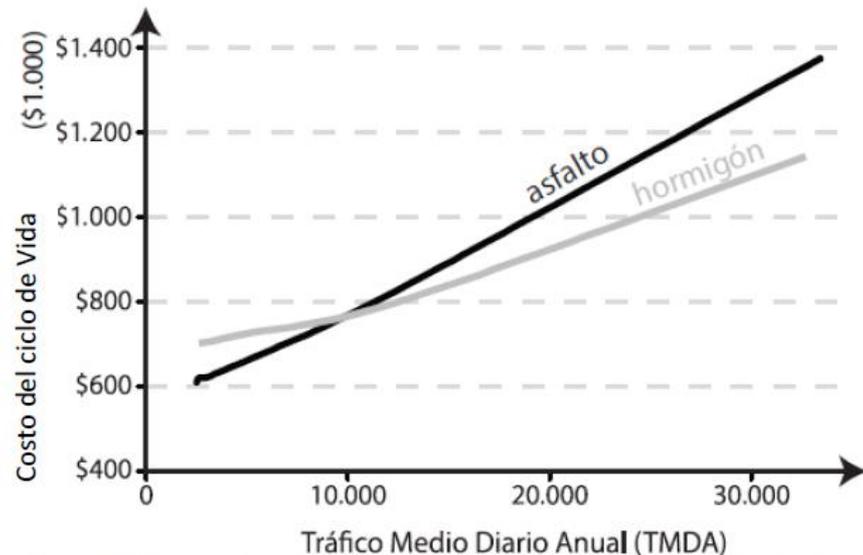
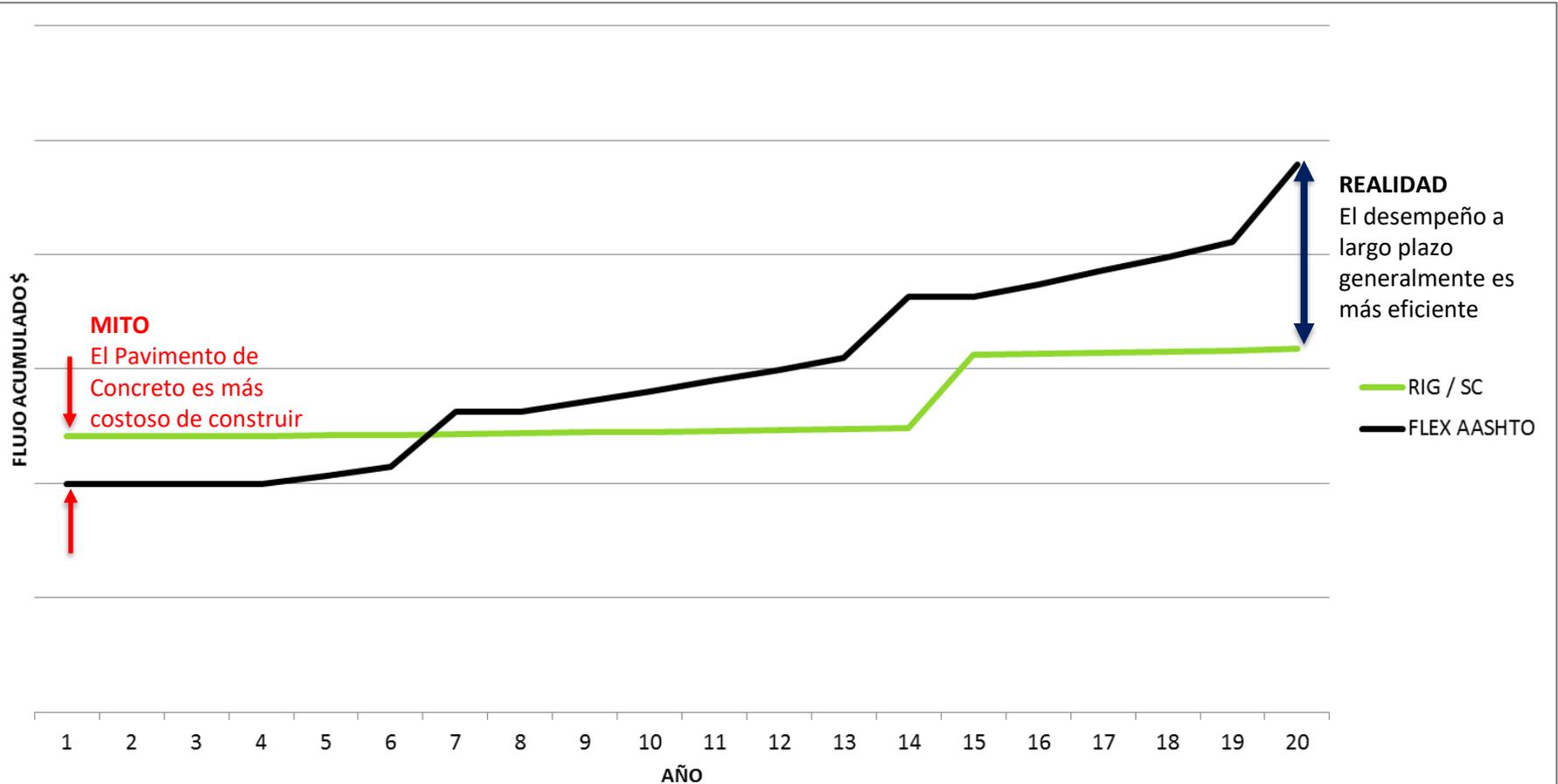


Figura 1-3. Tendencia general del costo del ciclo de vida de los pavimentos de hormigón y de asfalto según el Departamento de Transporte de Louisiana (Temple et al. 2004).



Mito y Realidad!

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

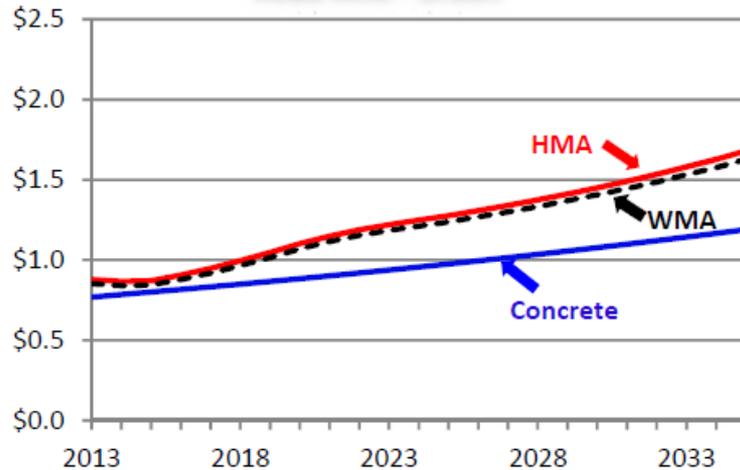




The real cost saver is not warm-mix asphalt....it's concrete.

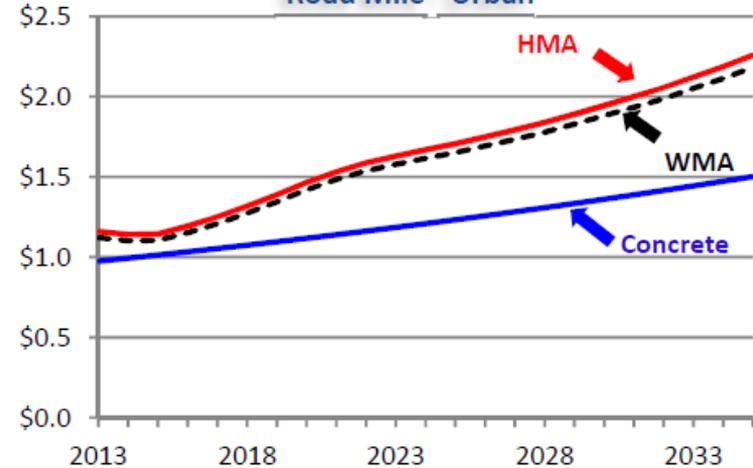
Initial Bid Paving Costs

Million Dollars Per Two Lane Road Mile - Urban



Life Cycle Paving Costs

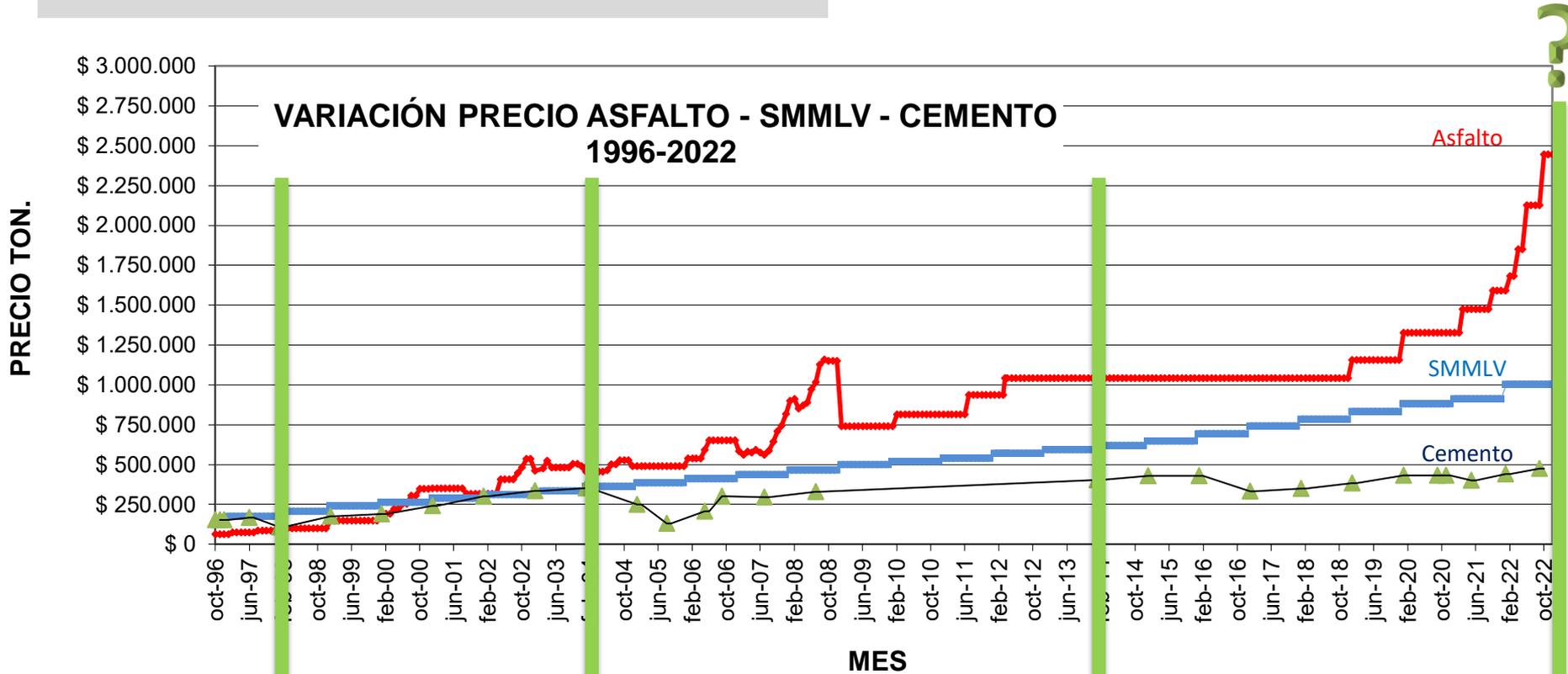
Million Dollars Per Two Lane Road Mile - Urban





Criterios equivalentes!

- Costos directos de construcción





Comparación de Alternativas



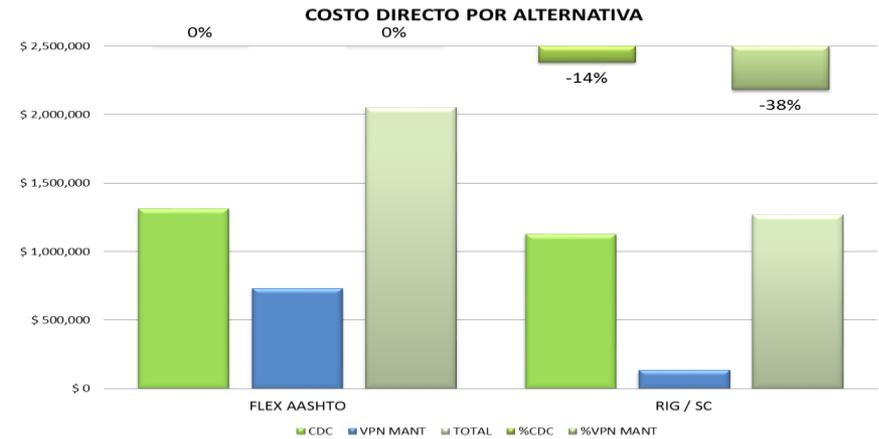
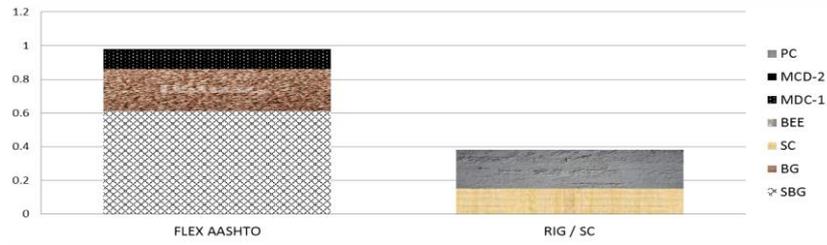
LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Para las condiciones actuales, considerando:

- $E > 66E^6$ (20 años)
- $CBR < 6\%$

Se tiene que los Pavimentos de Concreto representan

- Menor explotación de fuentes de materiales
- Costos iniciales +/- 14%
- Costos totales siempre inferiores





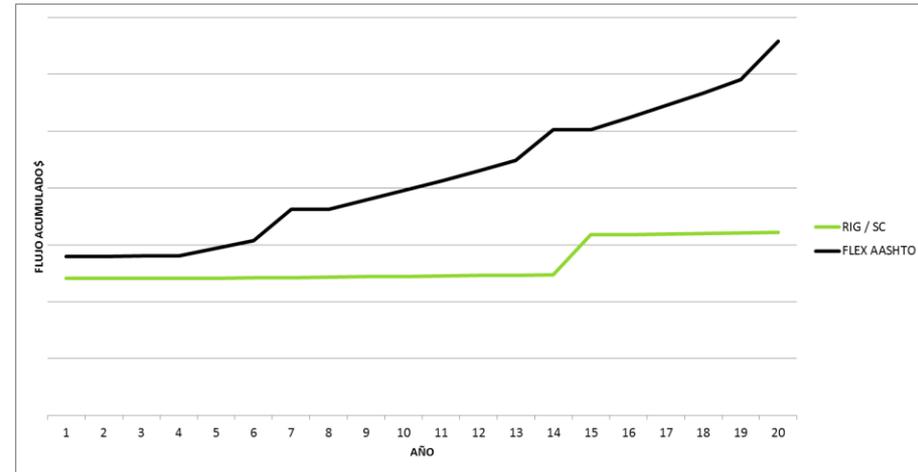
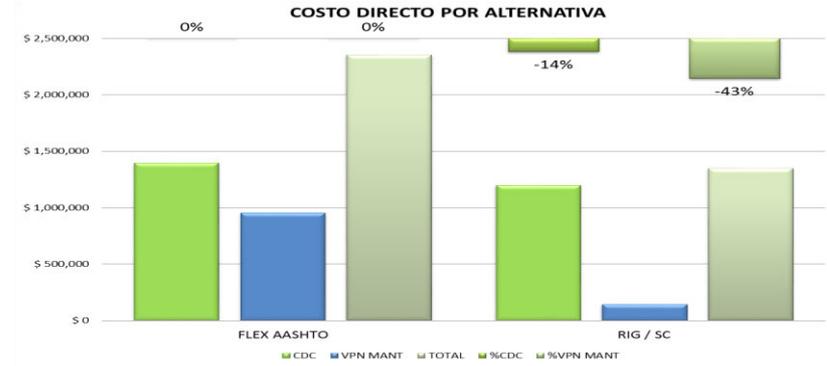
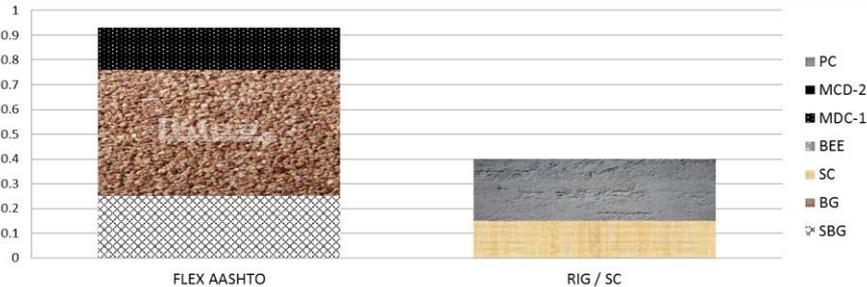
LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Para las condiciones actuales, considerando:

- $E > 59E^6$ (20 años)
- $CBR < 6\%$

Se tiene que los Pavimentos de Concreto representan

- Menor explotación de fuentes de materiales
- Costos iniciales +/- 14%
- Costos totales siempre inferiores





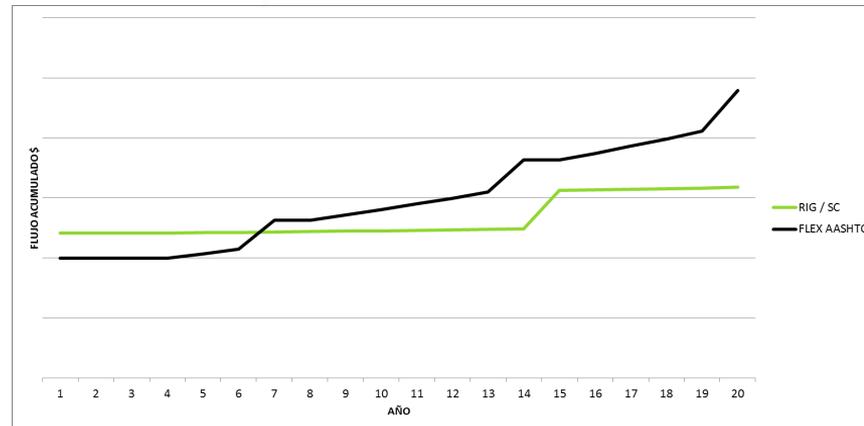
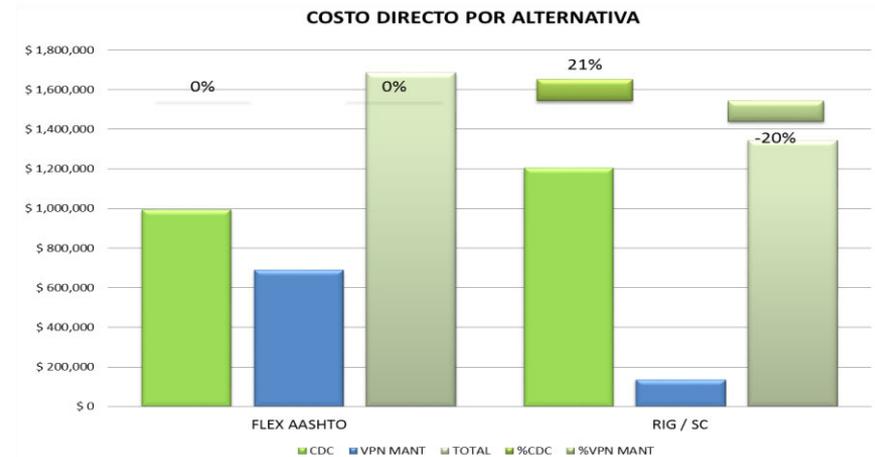
LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Para las condiciones actuales, considerando:

- $E > 96E^6$ (20 años)
- $CBR < 6\%$

Se tiene que los Pavimentos de Concreto representan

- Menor explotación de fuentes de materiales
- Costos iniciales +/- 14%
- Costos totales siempre inferiores





Qué se va a comparar?

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

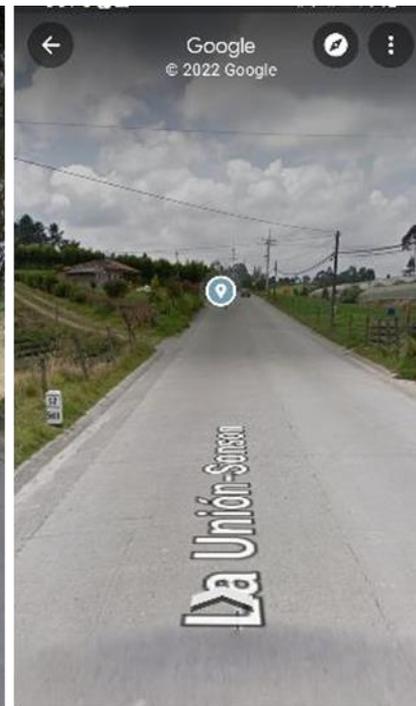


PAVIMENTO FLEXIBLE
22 km vía Mesopotamia – Sonsón (Antioquia)
Pavimentada 2002 + 2 repavimentaciones



PAVIMENTO RÍGIDO

20 km vía La Unión - Mesopotamia (Antioquia)
Pavimentada 2002 (Sin modificaciones en la estructura)



Los materiales no fallan, los materiales se comportan



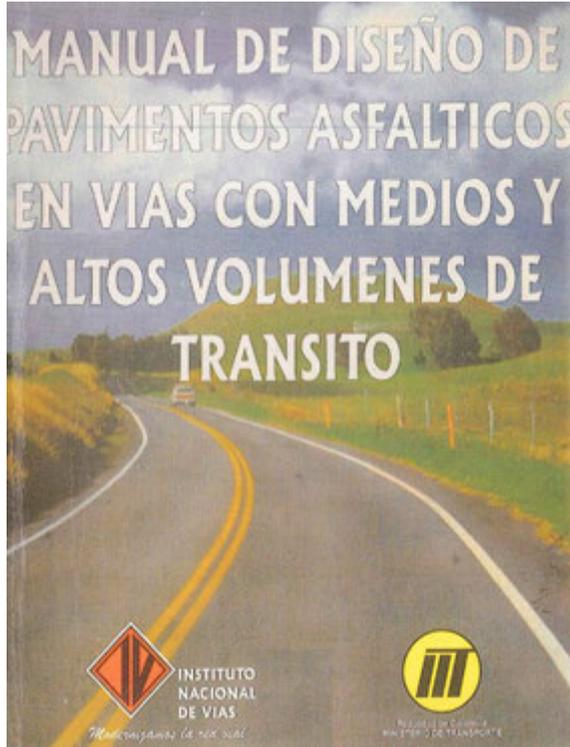
Modelo para análisis de costos

QUÉ HERRAMIENTAS LOCALES TENEMOS?

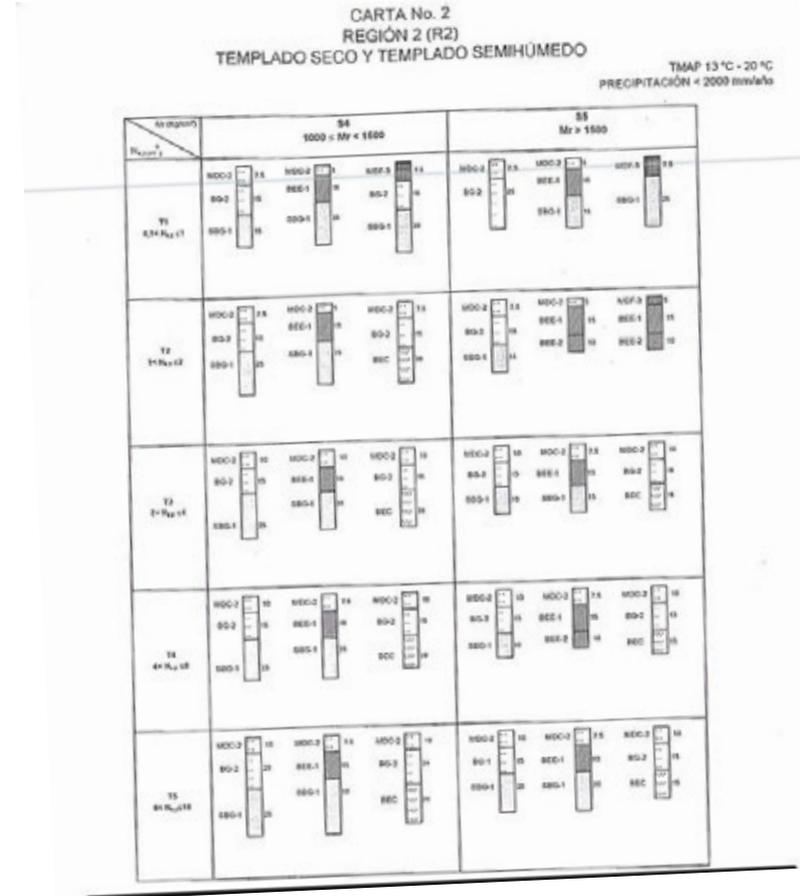


Herramientas disponibles

Manual de pavimentos flexibles



- Tránsito
- *Suelo*
- *Clima*





Herramientas disponibles

Manual de pavimentos Rígidos

Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito



- Tránsito
- *Suelo*
- *Materiales*

ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

| | | Tránsito T3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------------|----------|----------|-------------|-------|----------|----------|-------------|-------|----------|----------|-------------|-------|----------|----------|-------------|----|----|----|----|
| | | S1 | | | | S2 | | | | S3 | | | | S4 | | | | S5 | | | |
| | | D y B | D y no B | No D y B | No D y no B | D y B | D y no B | No D y B | No D y no B | D y B | D y no B | No D y B | No D y no B | D y B | D y no B | No D y B | No D y no B | | | | |
| SN | MR1 | 29 | 34 | 31 | | 28 | 32 | 30 | | 26 | 30 | 27 | 30 | 25 | 29 | 26 | 29 | 24 | 28 | 26 | 28 |
| | MR2 | 28 | 32 | 31 | | 27 | 31 | 30 | | 25 | 29 | 27 | 29 | 24 | 28 | 26 | 28 | 24 | 27 | 26 | 27 |
| | MR3 | 27 | 31 | 31 | | 26 | 30 | 30 | | 24 | 28 | 27 | 28 | 23 | 27 | 26 | 28 | 23 | 26 | 26 | 27 |
| | MR4 | 26 | 30 | 31 | | 25 | 29 | 30 | | 23 | 26 | 27 | 28 | 22 | 25 | 26 | 28 | 22 | 25 | 26 | 27 |
| BG | MR1 | 27 | 32 | 29 | | 27 | 31 | 28 | | 25 | 29 | 26 | 29 | 24 | 28 | 26 | 27 | 24 | 28 | 25 | 28 |
| | MR2 | 26 | 31 | 29 | | 26 | 30 | 28 | | 24 | 28 | 26 | 28 | 24 | 27 | 26 | 27 | 23 | 27 | 25 | 27 |
| | MR3 | 26 | 30 | 29 | | 25 | 29 | 28 | | 23 | 27 | 26 | 28 | 23 | 26 | 26 | 27 | 22 | 26 | 25 | 27 |
| | MR4 | 24 | 28 | 29 | | 24 | 27 | 28 | | 22 | 26 | 26 | 28 | 22 | 25 | 26 | 27 | 21 | 25 | 25 | 27 |
| BEC | MR1 | 24 | 28 | 25 | 28 | 24 | 27 | 25 | 27 | 22 | 25 | 24 | 26 | 22 | 25 | 24 | 25 | 21 | 24 | 23 | 25 |
| | MR2 | 23 | 27 | 25 | 27 | 23 | 26 | 25 | 26 | 21 | 24 | 24 | 26 | 21 | 24 | 24 | 25 | 21 | 23 | 23 | 25 |
| | MR3 | 22 | 26 | 25 | 27 | 22 | 25 | 25 | 26 | 21 | 24 | 24 | 26 | 20 | 23 | 24 | 25 | 20 | 23 | 23 | 25 |
| | MR4 | 21 | 24 | 25 | 27 | 21 | 24 | 25 | 26 | 20 | 22 | 24 | 26 | 20 | 22 | 24 | 25 | 19 | 22 | 23 | 25 |

Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal



Herramientas disponibles

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

APU Referencia INVIAS (140 Provincias)

- *Geografía*
- *Materiales*
- *Mano de Obra*
- *Equipos*
- *Rendimientos*

<https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/hechos-de-transparencia/analisis-de-precio-unitarios>

DIRECCIÓN TÉCNICA Y DE ESTRUCTURACIÓN
SUBDIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

**ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS DE
REFERENCIA
REGIONALIZADOS
2022-2**

ANTIOQUIA - BAJO CAUCA

IR A MENU



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

| | | |
|-------------------------|------------------|----------|
| CBR | | 3% a 5 % |
| Ejes Equivalente | | 9,00E+06 |
| Región 5, Cálido Húmedo | Dobelas y Bermas | |

| ESTRUCTURA | DIMENSIÓN | VR UNITARIO | ACARREO | VR ACARREO | VR/M2 |
|------------|-----------|-------------|---------|------------|----------------|
| MDC -2 | 15 | \$ 743.471 | 30 | \$ 1.700 | \$ 119.171 |
| BG | 40 | \$ 95.000 | 30 | \$ 1.435 | \$ 55.220 |
| SBG | 40 | \$ 80.000 | 30 | \$ 1.435 | \$ 49.220 |
| \$ | | | | | 223.611 |

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|----------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 26 | \$ 630.944 | 30 | \$ 1.360 | \$ 174.653 |
| BG | 15 | \$ 95.000 | 30 | \$ 1.435 | \$ 20.708 |
| \$ | | | | | 195.361 |

13%

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|----------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 23 | \$ 630.944 | 30 | \$ 1.360 | \$ 154.501 |
| BEC | 15 | \$ 143.183 | 30 | \$ 1.435 | \$ 27.935 |
| \$ | | | | | 182.436 |

18%

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 27 | \$ 630.944 | 30 | \$ 1.360 | \$ 181.371 |
|--------------|----|------------|----|----------|------------|

19%



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

| | | |
|-------------------------|------------------|----------|
| CBR | | 3% a 5 % |
| Ejes Equivalente | | 9,00E+06 |
| Región 5, Cálido Húmedo | Dobelas y Bermas | |

| ESTRUCTURA | DIMENSIÓN | VR UNITARIO | ACARREO | VR ACARREO | VR/M2 |
|------------|-----------|-------------|---------|------------|----------------|
| MDC -2 | 15 | \$ 743.471 | 10 | \$ 1.700 | \$ 114.071 |
| BG | 40 | \$ 95.000 | 10 | \$ 1.435 | \$ 43.740 |
| SBG | 40 | \$ 80.000 | 10 | \$ 1.435 | \$ 37.740 |
| \$ | | | | | 195.551 |

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|----------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 26 | \$ 630.944 | 10 | \$ 1.360 | \$ 167.581 |
| BG | 15 | \$ 95.000 | 10 | \$ 1.435 | \$ 16.403 |
| \$ | | | | | 183.984 |

6%

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|----------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 23 | \$ 630.944 | 10 | \$ 1.360 | \$ 148.245 |
| BEC | 15 | \$ 143.183 | 10 | \$ 1.435 | \$ 23.630 |
| \$ | | | | | 171.875 |

12%

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 27 | \$ 630.944 | 10 | \$ 1.360 | \$ 174.027 |
|--------------|----|------------|----|----------|------------|

11%



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

| | | |
|-------------------------|------------------|----------|
| CBR | | 3% a 5 % |
| Ejes Equivalente | | 9,00E+06 |
| Región 5, Cálido Húmedo | Dobelas y Bermas | |

| ESTRUCTURA | DIMENSIÓN | VR UNITARIO | ACARREO | VR ACARREO | VR/M2 |
|------------|-----------|-------------|---------|------------|----------------|
| MDC -2 | 15 | \$ 743.471 | - | \$ 1.700 | \$ 111.521 |
| BG | 40 | \$ 95.000 | - | \$ 1.435 | \$ 38.000 |
| SBG | 40 | \$ 80.000 | - | \$ 1.435 | \$ 32.000 |
| \$ | | | | | 181.521 |

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|----------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 26 | \$ 630.944 | 10 | \$ 1.360 | \$ 167.581 |
| BG | 15 | \$ 95.000 | - | \$ 1.435 | \$ 14.250 |
| \$ | | | | | 181.831 |

0%

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|----------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 23 | \$ 630.944 | 10 | \$ 1.360 | \$ 148.245 |
| BEC | 15 | \$ 143.183 | 0 | \$ 1.435 | \$ 21.477 |
| \$ | | | | | 169.722 |

6%

| | | | | | |
|--------------|----|------------|----|----------|------------|
| MR 42 Kg/cm2 | 27 | \$ 630.944 | 10 | \$ 1.360 | \$ 174.027 |
|--------------|----|------------|----|----------|------------|

4%



Modelación Tránsito Bajo

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO PARA VÍAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN INCLUYENDO COSTOS ESTIMADOS DE MANTENIMIENTO

VARIABLES BÁSICAS PARA LOS ANÁLISIS

| | |
|---------------|-------------------|
| Ancho vía [m] | 7,3 |
| Longitud [m] | 1000 |
| Tránsito | 1.000.000 |
| CBR | 5 < CBR <= 7 |
| Departamento | Quindío |
| Provincia | Fria |
| Municipios | Filandia, Salento |

VARIABLES ADICIONALES PARA PAVIMENTOS FELXIBLES

| | |
|---------------------|---------------|
| Clima | Cálido húmedo |
| Temperatura | 20 - 30 |
| Precipitación anual | 2000 - 4000 |

VARIABLES ADICIONALES PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

| | |
|--------|----|
| Dovela | Si |
| Berma | Si |
| MR | 42 |

DISTANCIAS DE ACARREO [km]

| | | | |
|-----------------------|----|-----------------------------------|----|
| Materiales granulares | 90 | Transporte material de demolición | 30 |
| Materiales asfálticos | 90 | | |
| Concretos | 10 | | |

Datos adicionales

| | |
|--|-----|
| Ancho de cuneta [m] | 1,2 |
| Espesor cuneta [m] | 0,2 |
| Conformar la superficie de apoyo de la cuneta? | Si |

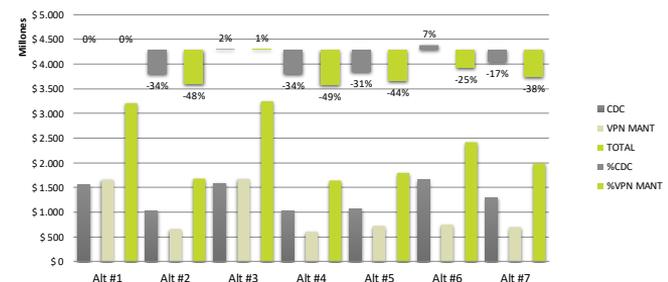
| ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|----------|-----------|-----------|
| Posibles Alternativas | FLEXIBLE | | | |
| | Capa #1 | Capa #2 | Capa #3 | Capa #4 |
| Alternativa #1 | SBG-1;30 | BG-2;20 | MDC-2;10 | |
| Alternativa #2 | SBG-1;30 | BEE-1;15 | MDF-2;7.5 | |
| Alternativa #3 | BEC;20 | BG-2;20 | MDC-2;10 | |
| Alternativa #4 | SBG-1;25 | BEE-2;10 | BEE-2;10 | MDF-2;7.5 |
| RÍGIDO | | | | |
| Sustrato de soporte | Espesor Concreto [cm] | | | |
| SN | 20 | | | |
| BG (15 cm) | 29 | | | |
| BEC (15 cm) | 17 | | | |

DATOS PARA EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO

| | |
|--------------------------|------|
| Período de diseño (años) | 20 |
| Inflación | 6,0% |
| Costo de Oportunidad | 9,0% |

| TIPO DE INTERVENCIÓN | Año de inicio | Frecuencia | % Intervención |
|------------------------|---------------|------------|----------------|
| PAVIMENTOS FLEXIBLES | | | |
| Sello de fisuras | 3 | 1 | 5% |
| Bacheo | 3 | 1 | 5% |
| Sobrecarpeta (5 cm) | 6 | 6 | 100% |
| PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | |
| Reemplazo Sello Juntas | 2 | 1 | 10% |
| Reemplazo Losas | 15 | 15 | 15% |

COSTOS DIRECTOS POR ALTERNATIVA



| Alternativa de pavimentación | Costo Directo | Mantenimiento | Costo Total | Dif Costo Directo | Dif Total |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|
| Alt #1 | \$ 1.552.539.859 | \$ 1.651.762.503 | \$ 3.204.302.362 | 0% | 0% |
| Alt #2 | \$ 1.020.862.655 | \$ 659.712.183 | \$ 1.680.574.838 | -34% | -48% |
| Alt #3 | \$ 1.577.288.556 | \$ 1.666.691.029 | \$ 3.243.979.585 | 2% | 1% |
| Alt #4 | \$ 1.024.892.266 | \$ 612.713.710 | \$ 1.637.605.976 | -34% | -49% |
| Alt #5 | \$ 1.073.019.868 | \$ 718.799.726 | \$ 1.791.819.594 | -31% | -44% |
| Alt #6 | \$ 1.657.293.974 | \$ 755.066.068 | \$ 2.412.360.042 | 7% | -25% |
| Alt #7 | \$ 1.290.801.367 | \$ 702.930.135 | \$ 1.993.731.503 | -17% | -38% |



Modelación Tránsito Medio

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

|  EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO PARA VÍAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN INCLUYENDO COSTOS ESTIMADOS DE MANTENIMIENTO | |
|--|-------------------|
| VARIABLES BÁSICAS PARA LOS ANÁLISIS | |
| Ancho vía [m] | 7,3 |
| Longitud [m] | 1000 |
| Tránsito | 5.000.000 |
| CBR | 5 < CBR <= 7 |
| Departamento | Quindío |
| Provincia | Fría |
| Municipios | Filandia, Salento |

| VARIABLES ADICIONALES PARA PAVIMENTOS FELXIBLES | |
|---|---------------|
| Clima | Cálido húmedo |
| Temperatura | 20 - 30 |
| Precipitación anual | 2000 - 4000 |

| VARIABLES ADICIONALES PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO | |
|---|----|
| Dovela | Si |
| Berma | Si |
| MR | 42 |

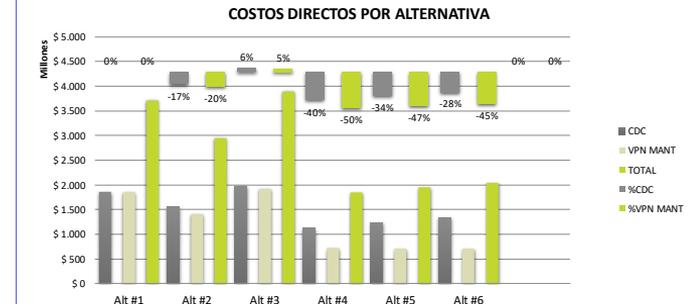
| DISTANCIAS DE ACARREO [km] | | | |
|----------------------------|----|-----------------------------------|----|
| Materials granulares | 90 | Transporte material de demolición | 30 |
| Materials asfálticos | 90 | | |
| Concretos | 10 | | |

| Datos adicionales | |
|--|-----|
| Ancho de cuneta [m] | 1,2 |
| Espesor cuneta [m] | 0,2 |
| Conformar la superficie de apoyo de la cuneta? | Si |

| ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|----------|----------|-----------|
| Posibles Alternativas | FLEXIBLE | | | |
| | Capa #1 | Capa #2 | Capa #3 | Capa #4 |
| Alternativa #1 | SBG-1;40 | BG-2;30 | MDC-2;10 | |
| Alternativa #2 | SBG-1;35 | BEE-2;10 | BEE-1;15 | MDC-2;7,5 |
| Alternativa #3 | BEC;30 | BG-1;30 | MDC-2;10 | |
| Alternativa #4 | | | | |
| RÍGIDO | | | | |
| Sustrato de soporte | Espesor Concreto [cm] | | | |
| SN | 21 | | | |
| BG (15 cm) | 20 | | | |
| BEC (15 cm) | 18 | | | |

| DATOS PARA EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO | |
|--|------|
| Período de diseño (años) | 20 |
| Inflación | 6,0% |
| Costo de Oportunidad | 9,0% |

| TIPO DE INTERVENCIÓN | Año de inicio | Frecuencia | % Intervención |
|------------------------|---------------|------------|----------------|
| PAVIMENTOS FLEXIBLES | | | |
| Sello de fisuras | 3 | 1 | 5% |
| Bacheo | 3 | 1 | 5% |
| Sobrecarpeta (5 cm) | 6 | 6 | 100% |
| PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | |
| Reemplazo Sello Juntas | 2 | 1 | 10% |
| Reemplazo Losas | 15 | 15 | 15% |



| Alternativa de pavimentación | Costo Directo | Mantenimiento | Costo Total | Dif Costo Directo | Dif Total |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|
| Alt #1 | \$ 1.863.219.130 | \$ 1.843.920.757 | \$ 3.707.139.886 | 0% | 0% |
| Alt #2 | \$ 1.544.963.198 | \$ 1.402.251.458 | \$ 2.947.214.656 | -17% | -20% |
| Alt #3 | \$ 1.975.722.474 | \$ 1.913.312.017 | \$ 3.889.034.491 | 6% | 5% |
| Alt #4 | \$ 1.119.683.657 | \$ 723.286.167 | \$ 1.842.969.824 | -40% | -50% |
| Alt #5 | \$ 1.237.319.876 | \$ 715.964.119 | \$ 1.953.283.994 | -34% | -47% |
| Alt #6 | \$ 1.337.465.156 | \$ 707.274.796 | \$ 2.044.739.953 | -28% | -45% |



Modelación Tránsito Alto

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO PARA VÍAS DE PRIMER Y SEGUNDO ORDEN INCLUYENDO COSTOS ESTIMADOS DE MANTENIMIENTO

VARIABLES BÁSICAS PARA LOS ANÁLISIS

| | |
|---------------|-------------------|
| Ancho vía [m] | 7,3 |
| Longitud [m] | 1000 |
| Tránsito | 11.000.000 |
| CBR | 5 < CBR <= 7 |
| Departamento | Quindío |
| Provincia | Fria |
| Municipios | Filandia, Salento |

VARIABLES ADICIONALES PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

| | |
|---------------------|---------------|
| Clima | Cálido húmedo |
| Temperatura | 20 - 30 |
| Precipitación anual | 2000 - 4000 |

VARIABLES ADICIONALES PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

| | |
|--------|----|
| Dovela | Si |
| Berma | Si |
| MR | 42 |

DISTANCIAS DE ACARREO [km]

| | | | |
|-----------------------|----|-----------------------------------|----|
| Materiales granulares | 90 | Transporte material de demolición | 30 |
| Materiales asfálticos | 90 | | |
| Concretos | 10 | | |

Datos adicionales

| | |
|--|-----|
| Ancho de cuneta [m] | 1,2 |
| Espesor cuneta [m] | 0,2 |
| Conformar la superficie de apoyo de la cuneta? | Si |

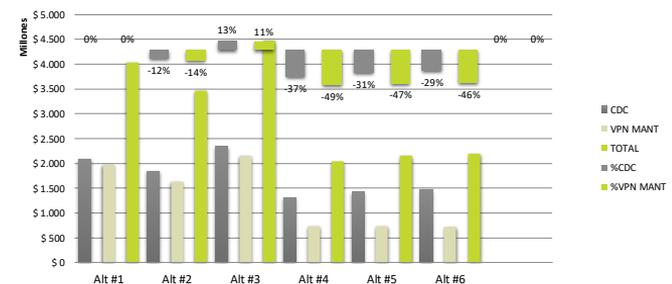
| ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| FLEXIBLE | | | | |
| Posibles Alternativas | Capa #1 | Capa #2 | Capa #3 | Capa #4 |
| Alternativa #1 | SBG-1;45 | BG-2;20 | MDC-1;15 | |
| Alternativa #2 | SBG-1;40 | BEE-2;10 | BEE-1;10 | MDC-2;12 |
| Alternativa #3 | BEC;35 | BG-1;25 | MDC-2;15 | |
| Alternativa #4 | | | | |
| RÍGIDO | | | | |
| Sustrato de soporte | Espesor Concreto [cm] | | | |
| SN | 25 | | | |
| BG (15 cm) | 24 | | | |
| BEC (15 cm) | 21 | | | |

DATOS PARA EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO

| | |
|--------------------------|------|
| Período de diseño (años) | 20 |
| Inflación | 6,0% |
| Costo de Oportunidad | 9,0% |

| TIPO DE INTERVENCIÓN | Año de inicio | Frecuencia | % Intervención |
|------------------------|---------------|------------|----------------|
| PAVIMENTOS FLEXIBLES | | | |
| Sello de fisuras | 3 | 1 | 5% |
| Bacheo | 3 | 1 | 5% |
| Sobrecarpeta (5 cm) | 6 | 6 | 100% |
| PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | |
| Reemplazo Sello Juntas | 2 | 1 | 10% |
| Reemplazo Losas | 15 | 15 | 15% |

COSTOS DIRECTOS POR ALTERNATIVA



| Alternativa de pavimentación | Costo Directo | Mantenimiento | Costo Total | Dif Costo Directo | Dif Total |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|
| Alt #1 | \$ 2.074.485.406 | \$ 1.961.148.008 | \$ 4.035.633.415 | 0% | 0% |
| Alt #2 | \$ 1.829.238.069 | \$ 1.629.586.354 | \$ 3.458.824.424 | -12% | -14% |
| Alt #3 | \$ 2.335.359.071 | \$ 2.138.835.008 | \$ 4.474.194.080 | 13% | 11% |
| Alt #4 | \$ 1.306.338.811 | \$ 741.231.933 | \$ 2.047.570.744 | -37% | -49% |
| Alt #5 | \$ 1.423.975.030 | \$ 733.342.763 | \$ 2.157.317.793 | -31% | -47% |
| Alt #6 | \$ 1.477.456.522 | \$ 720.308.780 | \$ 2.197.765.302 | -29% | -46% |



MÁS COSTOSAS?

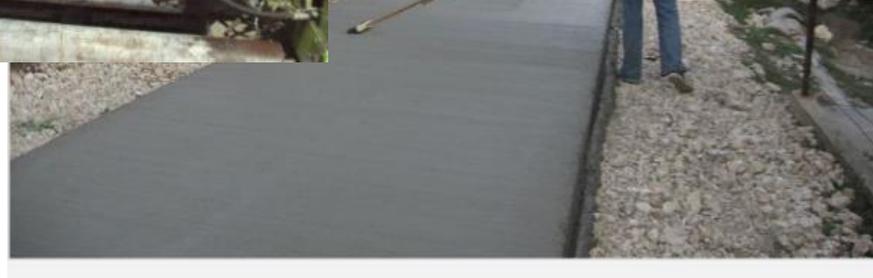
VÍAS EN CONCRETO...

NO!



Construcción Versátil

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



12^o Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

MAYO 10 Al 13 DE 2023 - Barranquilla, Colombia
Centro de Convenciones Blue Gardens

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Organizan:



GRACIAS

Carlos Mario Gómez G | Director de Asesoría Técnica
CEMENTOS ARGOS S.A.
Tel: (+574) 3198700 Ext. 64925
Cel: (+57) 3128989351
cgomezg@argos.com.co

Uso de herramienta de preanálisis de alternativas:
<https://www.youtube.com/watch?v=SEonBSjZ27k>

